

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-18515

(P2002-18515A)

(43) 公開日 平成14年1月22日 (2002.1.22)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テームコード (参考)
B 2 1 C 31/00		B 2 1 C 31/00	4 E 0 2 9
23/00		23/00	A 4 E 0 8 7
25/02		25/02	Z
B 2 1 J 5/06		B 2 1 J 5/06	B
B 2 1 K 21/02		B 2 1 K 21/02	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-200759 (P2000-200759)

(22) 出願日 平成12年7月3日 (2000.7.3)

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 山野 隆行

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会

社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 井上 勝彦

山口県下関市長府港町14番1号 株式会

社神戸製鋼所長府製造所内

(74) 代理人 100089196

弁理士 梶 良之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中空断面金属製品の押出方法および押出装置

(57) 【要約】

【課題】 ホローダイスにより中空断面のアルミ等の金属製品を押出する際、圧着不良や押出製品の表面欠陥を生じることなく、押出速度も速くして押出することが可能な、押出方法および押出装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 ホローダイスによる中空断面金属製品の押出方法および装置であって、ダイスチャンバー内での押出金属の圧着部における押出金属の拡散に必要な押出金属温度と接触時間とから、押出金属の圧着に必要なピレット温度と押出速度の圧着限界値 (f) を求め、更に、押出製品の表面欠陥を発生しない限界押出製品温度から、押出製品の表面欠陥を発生しないピレット温度と押出速度の表面欠陥限界値 (Tp) を求め、前記圧着限界値 (f) 以上で、かつ前記表面欠陥限界値 (Tp) 以下となるよう押出速度を制御するとともに、この制御の中に最大の押出速度の選択を含むことである。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホローダイスによる中空断面金属製品の押出方法であって、ダイスチャンバー内での押出金属の圧着部における押出金属の拡散に必要な押出金属温度と接触時間とから、押出金属の圧着に必要なピレット温度と押出速度の圧着限界値(f)を求め、更に、押出製品の表面欠陥を発生しない限界押出製品温度から、押出製品の表面欠陥を発生しないピレット温度と押出速度の表面欠陥限界値(Tp)を求め、前記圧着限界値(f)以上で、かつ前記表面欠陥限界値(Tp)以下となるよう押出速度を制御するとともに、この制御の中に最大の押出速度の選択を含むことを特徴とする中空断面金属製品の押出方法。

【請求項2】 前記圧着限界値(f)を、 $f < t \cdot \exp(-Q/RT)$  [但し、t:ダイスチャンバー内での押出金属の接触時間、T:ダイスチャンバー内での押出金属の温度、Q:押出金属の活性化エネルギー、R:ガス定数]により求める請求項1に記載の中空断面金属製品の押出方法。

【請求項3】 前記押出金属の圧着に必要な押出金属温度と接触時間とを、次式、 $C(x, t) = C_0/2 \times [1 - \operatorname{erf}(x/2\sqrt{Dt})]$ 、[但し、 $C(x, t)$ :押出金属原子の拡散濃度、x:ダイスチャンバー内での圧着部界面近傍の位置、 $C_0$ :押出金属中の原子の初期濃度、D:押出金属原子の拡散係数で $D = D_0 \times \exp(-Q/RT)$  (但し、 $D_0$ :押出金属により定まる定数、R:モル定数)]より求める請求項1または2に記載の中空断面金属製品の押出方法。

【請求項4】 前記ダイスチャンバー内の押出金属素材の通過時間tを、次式、 $t = Swc \cdot Lwc / (Sp \cdot v)$

[但し、Swc:ダイスチャンバー部の断面積、Lwc:ダイスチャンバー部の長さ、Sp:押出製品断面積、v:押出速度]から求める請求項1乃至3のいずれか1項に記載の中空断面金属製品の押出加工方法。

【請求項5】 前記ダイスチャンバー内での押出金属の温度Tを、次式、 $T = (1-k) \cdot T_b + kT_p$  [但し、 $T_b$ :押出時のピレット温度、 $T_p$ :押出直後の製品温度、k:係数( $0 < k < 1$ )]より求める請求項1乃至4のいずれか1項に記載の中空断面金属製品の押出加工方法。

【請求項6】 前記押出するに際し、押出プレスの荷重限界を予め設定しておき、該設定値と実際の押出における押出荷重値とを比較して、更なる押出速度向上の可能性を判断し、可能と判断した場合には、押出速度を、押出荷重限界内で、かつ前記押出製品の表面性状が良好であるとともに、前記圧着性が良好な範囲で、最高の速度とするようピレット温度を制御する請求項1乃至12のいずれか1項に記載の中空断面金属製品の押出加工方法。

【請求項7】 請求項1乃至6に記載の押出加工方法に用いる押出加工装置であって、押出製品温度を測定する装置と、加熱されたピレットの温度を測定する装置と、加熱されたダイスの温度を測定する装置と、押出荷重を測定する装置と、押出速度を測定する装置と、これら装

置の測定した押出製品温度、押出荷重、押出速度情報よりダイスチャンバー内の押出金属素材の接触時間、押出金属素材温度を求める装置と、これら求めた値から、ダイスチャンバー内での押出製品圧着部の圧着性を評価する装置と、前記押出製品温度から押出製品の表面欠陥を評価する装置と、押出プレスの荷重限界と比較しながら、押出製品の圧着不良および製品の表面欠陥が発生しない範囲で最高の速度とするようピレット温度を決定する押出条件決定装置と、この決定情報に基づいてピレット加熱温度と押出速度を各々調節する調節器とを備えた押出加工装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属の熱間押出方法および押出装置に関し、特にホローダイスにより中空断面金属製品を押出する方法および押出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、純アルミニウムやアルミニウム合金(以下、アルミニウムを単にAlと言い、純AlとAl合金も単にAl合金と言う)等の金属の熱間押出加工では、図8に示すように、加熱されたピレット2をコンテナ7内に装填し、ピレット2の後方から(矢印Aの方向から)ステム6により圧力をかけ、プラテン8やボルスター9等により支持された工具ダイスセット10(ダイス3、ダイリング4、パッカー5よりなる)の出口より、長尺の一定断面形状を有する押出製品1を製造する。この熱間押出方法は、工具ダイス3の出口の形状を変化させることにより、種々の断面形状の押出製品1を得ることができる。

【0003】このうち、特に中空断面形状の押出製品を製造する場合には、中実製品の押出に用いられるソリッドダイスに代えて、ポートホールダイス、ブリッジダイス、スパイダーダイスなどの、ホローダイスが一般的に用いられる。前記ホローダイスのうち、ブリッジダイスにより中空断面の製品を製造する原理を図9を用いて説明する。まず、ブリッジダイス3は、梁部12によりエントリーポート13が形成されたダイヤモンドレル11と、ベアリング部14と圧着チャンバ16(ダイヤモンドレル11と共有)を有するダイキャップ15とから構成され、これらが図8のダイス3として、ダイリング4内に装着される。

【0004】今、ピレット2が矢印Aの方向から図示しないステムにより圧力をかけられると、ピレット2は、エントリーポート13に進入して幾つかの部分(図9では $a_1 \sim a_4$ の4つ)に分割される。次に分割されたピレット $a_1 \sim a_4$ は、ダイキャップ15の圧着チャンバ16内で再び合流し、圧着域17で、分割されていた押出金属素材が圧着され一体となる。そして、この一体となった状態で、ベアリング部14の間隙より、最終形状(中空断面)の製品1となって押し出される。本発明で問題にす

るダイスチャンバ内での圧着性とは、この圧着チャンバ16内の圧着域17での圧着性を言う。

【0005】このように押し出された中空断面製品1には、前記分割されていた押出金属が圧着され一体となる際の圧着部18(図では4か所)を有しており、この圧着部18の接合強度が中空断面製品1の強度を大きく左右する。この中空断面製品の製造原理は、前記ブリッジダイスだけではなく、他のポートホールダイスやスパイダーダイスなどのホローダイスでも、基本的には同じである。

【0006】しかし、従来から、これらホローダイスにより中空断面製品を押出す際、押出条件によってはこの圧着が不十分となり、圧着部での強度不足や、切削や曲げ加工など後の二次加工時に割れ等の問題が生じる場合がある。そして、この圧着不良は、ホローダイスの中でも、特にブリッジダイスにおいて生じやすい。

【0007】ここにおいて、中空断面押出製品の圧着とは、ふたつ以上の金属流が、活性化しやすい温度で、密着させられた場合に、金属原子の拡散により一つの材料に接合されることをいう。そのため、接合を強固なものにするためには、ダイスチャンバ内での圧着時の温度(前記圧着チャンバ16内での押出金属温度)と、ダイスチャンバ内での押出金属同士の拡散を保證する時間(前記圧着チャンバ16内での押出金属同士の接触時間=前記圧着チャンバ16内の押出金属の通過時間)が重要な因子となる。したがって、前記圧着不良の大きな理由の一つとしては、ダイスチャンバ内での金属の温度が低くなって、金属の活性が低くなるか、または、ダイスチャンバ内の金属の接触(通過)時間が不足して、金属原子の拡散が不十分となることが挙げられる。

【0008】それゆえ、この圧着不良を防止するためには、基本的に、①ダイスチャンバ内での押出金属の接触時間を長くする方法と、②ダイスチャンバ内での押出金属温度を高くする方法とがある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、①のダイスチャンバ内での押出金属の接触時間を長くするためには、押出速度を遅くする必要がある。また、②ダイスチャンバ内での押出金属温度を高くするためには、逆に、押出速度を速くする必要がある。即ち、圧着不良を防止するために、前記①と②との方法を同時に用いようとする、押出速度は相反する方向に制御しなければならない。つまり、押出速度を変化させると、ダイスチャンバ内での押出金属の接触時間と押出金属温度とは、圧着のための金属原子の拡散状態について、各々逆の効果を受けることになる。

【0010】このため、前記金属原子の拡散を活性化させるためには、ダイスチャンバ内での押出金属の接触時間と押出金属温度とのバランスが取れる状態に押出条件(押出速度、ピレット加熱温度)を制御する必要がある。

る。しかし、このバランスの取れた押出条件を経験的に求めるのは困難であり、この押出条件を提示した従来技術は、これまで無かったのが実情である。

【0011】従来から、押出製品の表面欠陥の発生を防止し、かつ押出速度の向上を図るために、例えば特開昭61-119324号、特開平3-151116号、特開平3-128116号、特開平3-151116号の各公報等に記載されるような押出制御方法は、種々提案されてきた。これら従来技術は、基本的に、ダイスの出側で押出製品の温度を測定し、この測定製品温度が、事前に設定した表面欠陥発生限界温度以下となるよう、押出速度やピレット温度を適宜制御する方法である。

【0012】しかし、これらの従来技術には、圧着不良を防止しつつ押出速度を高め、特に押出速度を最高にする技術的課題の開示は無く、また、そのための技術的手段の開示も無い。したがって、これらの従来技術で圧着不良を防止しようとするれば、必然的に、前記①か②の従来の圧着不良の防止手段を採用せざるを得ない。即ち、押出効率を犠牲にして押出速度を遅くして、ダイスチャンバ内での押出金属の接触時間を長くし、圧着不良を防止するか、あるいは、逆に、押出製品温度が高くなると生じやすくなる押出製品の表面欠陥発生の危険を侵して、押出速度を速くするかまたはピレット温度を高くして、圧着不良を防止するしか手段が無かったのが実情である。

【0013】本発明は、これら従来技術に鑑み、これら従来技術の問題を克服し、ホローダイスにより中空断面のAl等の金属製品を押出する際、圧着不良や、更に押出製品の表面欠陥を生じることなく、高強度の押出製品が得られるとともに、押出速度も可能な限り速くして押出することが可能な、押出方法および押出装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】このための本発明押出方法の要旨は、ホローダイスによる中空断面金属製品の押出方法であって、ダイスチャンバ内での押出金属の圧着部における押出金属の拡散に必要な押出金属温度と接触時間とから、押出金属の圧着に必要なピレット温度と押出速度の圧着限界値( $f$ )を求め、更に、押出製品の表面欠陥を発生しない限界押出製品温度から、押出製品の表面欠陥を発生しないピレット温度と押出速度の表面欠陥限界値( $T_p$ )を求め、前記圧着限界値( $f$ )以上で、かつ前記表面欠陥限界値( $T_p$ )以下となるよう押出速度を制御するとともに、この制御の中に最大の押出速度の選択を含むことである。

【0015】本発明では、ダイスチャンバ内での圧着部界面近傍における金属原子の拡散濃度を求めることにより、圧着部の圧着状態を金属の拡散の観点から定量的に把握することを大きな特徴とする。そして、その上で、ダイスチャンバ内での押出金属の圧着部における

押出金属の拡散（圧着）に必要な押出金属温度と接触時間とから、押出金属の圧着に必要なピレット温度と押出速度の圧着限界値（ $f$ ）を求めることも大きな特徴である。これによって、必要な押出速度の最小限界を求めることができる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】（金属の拡散）押出製品圧着部の金属同士の圧着作用とは、前記した通り、金属原子の拡散作用と見なすことができる。そこで、本発明では、圧着部の接合界面近傍の位置 $x$ 時刻 $t$ における、金属原子の拡散濃度 $C(x, t)$ を用いて圧着性を定量的に評価乃至把握する。即ち、 $C(x, t) > C$ （金属により定まる定数）を満足する際には圧着が良好に行われているとする。この際、拡散濃度 $C(x, t)$ を精度よく、かつ定量的に求めることが重要になる。

【0017】（金属原子の拡散濃度）一般的に、原子Aと原子Bの材料が接合される際、原子Aの材料への原子Bの拡散濃度は、次式1、 $C(x, t) = C_0/2 \times [1 - \operatorname{erf}(x/2\sqrt{Dt})]$ 、〔但し、 $C(x, t)$ ：押出金属原子の拡散濃度、 $x$ ：ダイスチャンパー内での圧着部界面近傍の位置、 $C_0$ ：押出金属中の原子の初期濃度、 $D$ ：押出金属原子の拡散係数で $D = D_0 \times \exp(-Q/RT)$ （但し、 $D_0$ ：押出金属により定まる定数、 $Q$ ：押出金属により定まる活性化エネルギー、 $R$ ：モル定数、 $T$ ：界面温度）、 $t$ ：前記 $x$ における時刻〕と表される。なお、前記式1中の $\operatorname{erf}(x/2\sqrt{Dt})$ の括弧内は、 $Dt$ のルート（ $\sqrt{\quad}$ ）の2倍で $x$ を割ることを示す。

【0018】（ホローダイスにおける金属原子の拡散濃度）この拡散濃度の式1は、実際のホローダイスによる押出に当てはめることができ、実際のダイスチャンパー内での押出金属（材料）の拡散濃度として見ることができる。そして、このことを知見した点が、本発明の特徴の一つである。即ち、この拡散濃度の式1中の、位置 $x$ はダイスチャンパー内での圧着部界面近傍の位置、界面温度 $T$ はダイスチャンパー内の押出金属温度、時刻 $t$ はダイスチャンパー内の押出金属通過時間と、実際のホローダイスによる押出条件に、各々置き換えることができる。したがって、実際のダイスチャンパー内での押出金属の拡散濃度は、前記式1を土台とした次式2により、 $C(x, t) = C_0/2 \times [1 - \operatorname{erf}(x/2\sqrt{Dt})]$ 、〔但し、 $C(x, t)$ ：ダイスチャンパー内の押出金属原子の拡散濃度、 $C_0$ ：押出金属中の原子の初期濃度、 $D$ ：押出金属原子の拡散係数で、 $D = D_0 \times \exp(-Q/RT)$ 、（但し、 $D_0$ ：押出金属により定まる定数、 $Q$ ：押出金属により定まる活性化エネルギー、 $R$ ：モル定数、 $T$ ：ダイスチャンパー内の押出金属温度）、 $t$ ：ダイスチャンパー内の押出金属通過時間〕と表すことができる。

【0019】（金属原子の拡散濃度と圧着性）この式2の内、 $C_0$ 、 $D_0$ 、 $Q$ は、押出金属により定まる定数であり、ダイスチャンパー内の金属温度 $T$ およびダイスチャンパ

ー内の金属素材通過時間 $t$ は、実測なり、計算なりで定量的に求めることができる。したがって、押出製品圧着部の圧着性は、前記式2より定量的に把握することが可能となる。

【0020】ここで、実際のダイスチャンパー内での押出金属の拡散濃度が、前記 $C$ 以上となる条件、つまり拡散が十分に進んだ、圧着限界値以上となったと判断できる条件は、前記式2をまとめて、次式3、 $1 \cdot \exp(-Q/RT) > f$ 〔但し、 $t$ ：ダイスチャンパー内での押出金属の通過（接触）時間、 $T$ ：ダイスチャンパー内での押出金属の温度、 $Q$ ：押出金属素材の活性化エネルギー、 $R$ ：ガス定数、 $f$ ：押出金属の圧着限界値〕と表すことができる。

【0021】（金属の接触時間および温度と圧着性）この式3から明らかな通り、ダイスチャンパー内での金属の通過（接触）時間 $t$ および／またはダイスチャンパー内での金属素材の温度 $T$ を求めることにより、この式3から金属圧着部の圧着性の評価を行うことができる。したがって、本発明では、この式3、即ち、ダイスチャンパー内での金属の通過（接触）時間 $t$ および／またはダイスチャンパー内での金属素材の温度 $T$ を、ダイスチャンパー内での金属圧着部の圧着性の評価として適用する。

【0022】しかし、前記式3を用いて、押出製品圧着部の圧着性を評価するためには、更に、式3中のダイスチャンパー内での金属素材の通過（接触）時間 $t$ および／またはダイスチャンパー内での金属素材の温度 $T$ を定量化する必要がある。

【0023】（金属の接触時間の定量化）この内、まず、ダイスチャンパー内での金属素材の通過（接触）時間 $t$ は、他の押出条件から計算により求めることができる。即ち、ダイスチャンパー内での金属素材の通過（接触）時間 $t$ は、次式4で、 $t = Swc \cdot Lwc / (Sp \cdot v)$ 〔但し、 $Swc$ ：ダイスチャンパー部の断面積、 $Lwc$ ：ダイスチャンパー部の長さ、 $Sp$ ：押出製品断面積、 $v$ ：押出速度〕から求めることができる。

【0024】（金属温度の定量化）次に、ダイスチャンパー内での金属素材の温度 $T$ は、①ダイスチャンパー内に埋め込んだ熱電対の値から実測する方法や、②ピレット温度の実測値 $T_p$ および製品温度実測値 $T_b$ より、次式5で $T = (1-k) \cdot T_b + kT_p$ 〔但し、 $T_b$ ：押出時のピレット温度、 $T_p$ ：押出直後の製品温度、 $k$ ：係数（ $0 < k < 1$ ）〕より計算により求める方法、③ピレット温度の実測値 $T_p$ および製品温度予測（計算）値 $T_b$ により、前記式5より求める方法がある。

【0025】（押出金属の圧着に必要なピレット温度と押出速度の圧着限界値）以上、金属原子の拡散濃度に基づき、ダイスチャンパー内での押出金属の圧着部における、圧着に必要な押出金属温度と接触時間が求められたが、次に、この押出金属温度と接触時間とから、前記式3に基づき、押出金属の圧着に必要なピレット温度と押

出速度の圧着限界値( $f$ )を求めることができる。即ち、前記式3の左辺 $> f$  (押出金属の圧着限界値) の関係より、健全な圧着部が得られる押出条件 (ピレット温度と押出速度) の範囲が決定できる。

【0026】より具体的に、図1を用いて説明すると、図1は前記式3を概念的に表したもので、健全な圧着部が得られる押出金属の圧着に必要なピレット温度と押出速度との関係を示している。図1において、Aの領域が、健全な圧着部が得られる、圧着限界値( $f$ )以上の (押出金属の圧着に必要な)、ピレット温度と押出速度である。したがって、図1の、このAの領域内のピレット温度と押出速度とを選択して操業すれば、健全な圧着部を有する押出製品が得られることになる。

【0027】実際の押出工程では、押出製品の品質と同時に生産性を向上させる必要があり、高速度での押出が望まれる。そのため、前記圧着不良を防止しつつ (圧着部を健全に保つ) 押出を高速化する必要がある。しかし、図1に示すAの領域の傾向から明らかな通り、押出速度 (図1の縦軸) を上げようとする、圧着不良を防止するためには (Aの領域内に入るようにするためには)、ピレット温度 (図1の横軸) を上げる必要がある。

【0028】(押出製品の表面欠陥を発生しないピレット温度と押出速度の表面欠陥限界値)しかし、一方、押出速度を高速化するために、ピレット温度 (図1の横軸) を上げた場合には、押出製品温度が高くなって、押出製品に表面欠陥が発生する可能性が高くなる。したがって、押出を高速化する場合、この押出製品の表面欠陥発生の問題を考慮することが必須となる。押出製品の表面欠陥は、前記した通り、押出速度を高速化するために、ピレット温度を上げるほど増大する。この押出製品に表面欠陥と押出速度およびピレット温度との関係を、概念的に表すと、図2に示すような関係となる。図2において、 $T_p$ は、押出製品の表面欠陥を発生しないピレット温度と押出速度の表面欠陥限界値である。したがって、良好な押出製品表面性状が得られるピレット温度と押出速度の範囲は、この表面欠陥限界値( $T_p$ )以下の図2に示すBの領域となる。この図2から明らかな通り、ピレット温度 (図2の横軸) を上げ、押出製品温度が高くなる程、良好な製品表面性状が得られる領域は狭くなる。

【0029】したがって、健全な圧着部が得られるとともに、良好な製品表面性状が得られる押出条件 (ピレット温度と押出速度) は、図1と2とを重ね合わせて (合成した) 図3に示すCの領域となる (前記図1と図2との共通の領域でもある)。このCの領域の内、健全な圧着部が得られるとともに、良好な製品表面性状が得られる範囲で、押出速度を上げようとする、図3のCの領域の頂部付近の部分で操業すれば良く、この中でも、最高の押出速度を得ようとする、図3のCの領域の頂部

(三角形領域の頂点) 近傍のピレット温度 $T_{b0}$ 、押出速度 $V_{max}$ の点とすれば良いことが分かる。このピレット温度 $T_{b0}$ にピレットを加熱し (ピレット温度を制御し)、押出速度を $V_{max}$ として、押出操業すれば、健全な圧着部が得られるとともに、良好な製品表面性状が得られる押出条件範囲で、最も効率高く、押出することが可能となる。

【0030】この本発明における押出製品圧着部の圧着性評価と押出製品表面性状評価とを、実際の押出に適用するに際しては、前記ダイスチャンパー内での押出金属素材の接触時間および/または押出金属素材温度と押出製品圧着部の圧着性との関係および該押出製品圧着部の圧着性と押出速度、ピレット温度との関係、更に、押出製品温度と押出製品表面性状との関係を予め求めておくことが好ましい。これにより、前記式3の押出製品圧着部の圧着限界値 $f$ と、押出製品表面の欠陥発生限界製品温度 $T_p$ を予め求め、実際の押出時に計測乃至設定される前記押出金属素材の接触時間および/または押出金属素材温度から、押出製品圧着部の圧着性の良否を評価し、また実際の押出時に計測乃至計算される押出製品温度から押出製品表面性状の良否を評価することが好ましい。

【0031】また、実際の押出操業では、押出プレスの荷重限界を考慮することが好ましく、この押出プレスの荷重限界を予め設定しておき、該設定値と実際の押出における押出荷重値とを比較して、更なる押出速度向上の可能性を判断し、可能と判断した場合には、押出速度を、押出荷重限界内で、かつ前記押出製品の表面性状が良好であるとともに前記圧着性が良好な範囲で、最高の速度とするようピレット温度を制御することが好ましい。

【0032】次に、本発明の押出方法に使用する押出装置を図4を用いて説明する。同図において、押出プレス19の基本構造は図8と同じである。本発明の制御装置は、まず測定系として、ピレット加熱装置20より搬出されるピレット2の温度およびダイス加熱装置21より搬出されるダイス10の温度を測定する温度測定装置22と、押出中の押出荷重および押出速度を測定する検出器23、24と、押出後の製品温度測定装置28を備える。

【0033】次に、押出製品圧着部の圧着性を評価する制御系として、前記測定系からの情報を取り込んで、ダイスチャンパー内での押出金属素材の接触時間を定量化する装置30および押出金属素材温度を定量化する装置31、押出直後の製品温度を定量化する装置29を有する。そして、これらの定量化情報から、前記式3に基づいて、押出製品圧着部の圧着不良発生の可能性 (圧着性) を評価し、圧着性が良好な範囲内で最高となる押出速度を決定する最適押出条件決定装置25を有する。

【0034】一方、最適押出条件決定装置25は、押出製品の表面欠陥発生の可能性 (表面性状) を評価するとともに、押出プレスの荷重限界を考慮する制御系でもあ

り、前記測定系からの情報および押出プレスの荷重限界情報を取り込んで、押出製品温度と設定表面欠陥発生限界温度とを比較するとともに、押出荷重と押出プレスの設定荷重限界とを比較して、押出速度を、押出荷重限界内で、かつ製品の表面欠陥発生限界温度以下の範囲で最高とするようピレット温度を決定する。

【0035】更に、押出条件の制御系は、前記最適押出条件決定装置25の決定情報に基づいてピレット加熱温度および押出速度を調節する、ピレット加熱温度調節器26および押出速度調節器27とを備える。なお、前記各定量化装置29、30、31と最適押出条件決定装置25は、各々マイクロコンピュータにて形成される。

#### 【0036】

【実施例】本発明の押出方法のより具体的な実施例を以下に説明する。押出は、図4に示す押出装置および図9に示すブリッジダイスを用い、使用Al合金：JIS 7000系、ピレットサイズ100mm φ×200mm、押出比73.2の条件で行った。まず、押出中のダイスチャンパー内でのAl合金の通過（接触）時間 $t$ を、前記式3から、ダイスチャンパー内でのAl合金の温度 $T$ を、前記式5から各々求め、これらの値から前記式3により、本要求押出条件内で圧着性の限界値 $f$ 以上となる押出条件領域を求めた。この領域を図5に示す。

【0037】更に、前記式6により予測した押出製品温度と、使用7000系Al合金の表面欠陥発生温度とから、表面欠陥発生限界製品温度 $T_p$ 以下となる押出条件領域を求めた。この領域を図6に示す。

【0038】この図5と6とを合成し、健全な圧着部が得られるとともに、良好な製品表面性状が得られる押出条件（ピレット温度および押出速度）領域を求めた。この圧着性の限界値 $f$ 以下で、表面欠陥発生限界製品温度 $T_p$ 以下の領域を図7に示す。なお、図5～7の横軸には、現在押出中のピレット温度を0として、これとの差の温度を示している。また、図5～7の横軸には、現在押出中の押出速度を0として、これとの差の速度を示している。この図7から、健全な圧着部が得られるとともに、良好な製品表面性状が得られる範囲で、押出速度を最高とする目標制御領域に入れるためには、現状のピレット温度を10℃高めることによって、押出速度を3.5m/min速くできることが分かる。

【0039】以上の制御を押出操作中に繰り返し行いながら、前記押出条件にて、100本のピレットを連続的に押出加工したところ、いずれの押出製品とも、圧着部の圧着性と表面状況は良好で、圧着不良や表面欠陥の発生は皆無であり、しかも、所定押出製品強度の製品が得られた。しかも、この間の押出速度は、従来のこの種Al合金の同じ押出条件（製品形状を含め）における平均的な押出速度に対し、平均で3.5m/min以上速くすることができた。

#### 【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の押出方法および装置によれば、良好な製品の圧着性と表面性状が得られ、しかも押出速度を最高の速度とすることが可能であるなど、押出効率が最高の状態で押出することができ、また、この効果を、従来のAl押出製品の製造プロセスを、著しく変更したり、製造コストの増加を招かずに達成することができる点で工業的な価値は大きい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の原理を示し、健全な圧着部が得られる押出条件範囲を示す説明図である。

【図2】図2は、本発明の原理を示し、良好な表面性状が得られる押出条件範囲を示す説明図である。

【図3】図3は、本発明の原理を示し、健全な圧着部と良好な表面性状が得られる押出条件範囲を示す説明図である。

【図4】図4は、本発明に用いる押出装置の一実施態様を示す説明図である。

【図5】図5は、本発明の実施例を示し、健全な圧着部が得られる押出条件範囲を示す説明図である。

【図6】図6は、本発明の実施例を示し、良好な表面性状が得られる押出条件範囲を示す説明図である。

【図7】図7は、本発明の実施例を示し、健全な圧着部と良好な表面性状が得られる押出条件範囲を示す説明図である。

【図8】図8は、押出プレスの押出原理を示す説明図である。

【図9】図9は、ブリッジダイスの押出原理を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

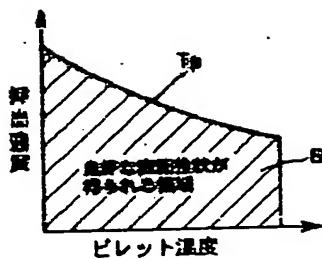
- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1 ; 押出製品、                                   | 2 ; ピレット、          |
| 3 ; ダイス、                                    | 4 ; ダイリン           |
| グ、5 ; ダイバッカー、                               | 6 ; ステ             |
| ム、7 ; コンテナ、                                 | 8 ; プラテ            |
| ン、9 ; ボルスター、                                | 10 ; ダイス           |
| セット、11 ; ダイヤンドレル、                           | 12 ;               |
| 梁部、13 ; エントリーポート、                           | 14 ; ペ             |
| アリング、15 ; ダイキャップ、                           | 1                  |
| 6 ; 圧着チャンバ、17 ; 圧着域、                        |                    |
| 18 ; 圧着部、19 ; 押出プレス、                        |                    |
| 20 ; ピレット加熱装置                               |                    |
| 21 ; ダイス加熱装置、                               | 22 ; ピレット          |
| ・ダイス温度測定装置、23 ; 押出荷重検出器、                    |                    |
| 24 ; 押出速度検出器、25 ; 最適押出条件決定装置、               | 26 ; ピレット加熱温度調節器、2 |
| 7 ; 押出速度調節器、                                | 28 ; 製品温度測         |
| 定装置、29 ; 製品温度定量化装置、                         | 30 ;               |
| チャンバ - 内素材温度定量化装置、31 ; チャンバ - 内素材通過時間定量化装置、 |                    |



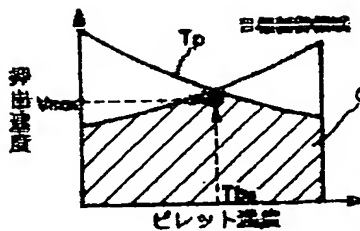
【図1】



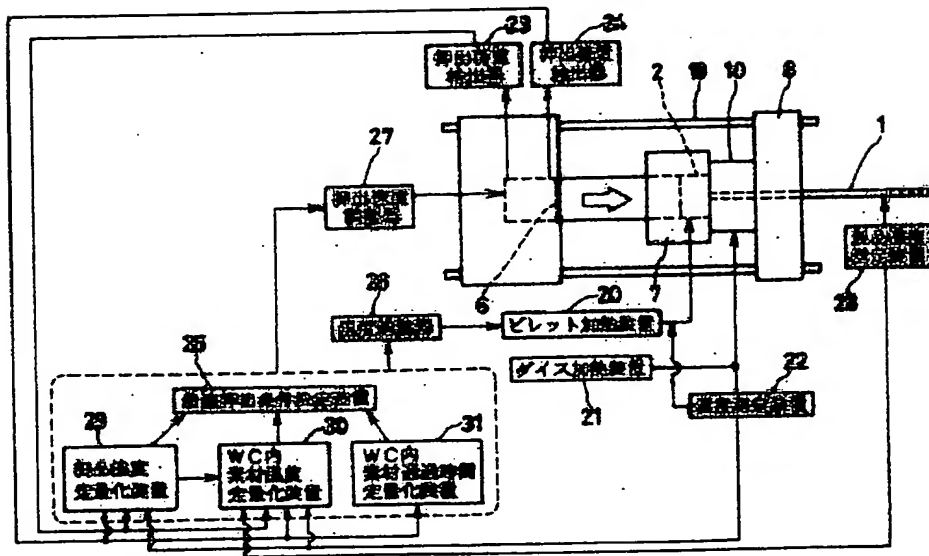
【図2】



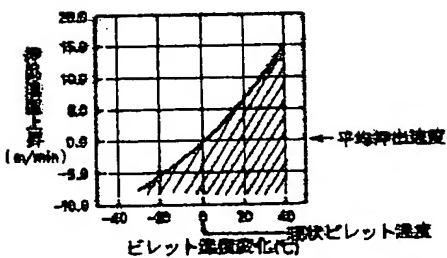
【図3】



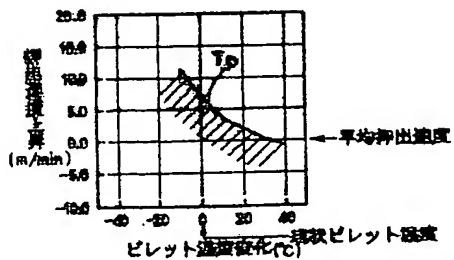
【図4】



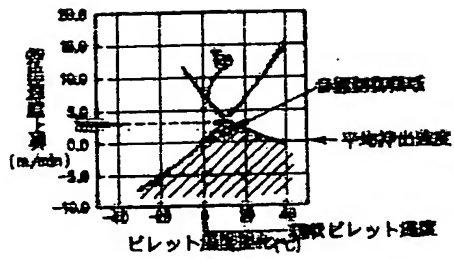
【図5】



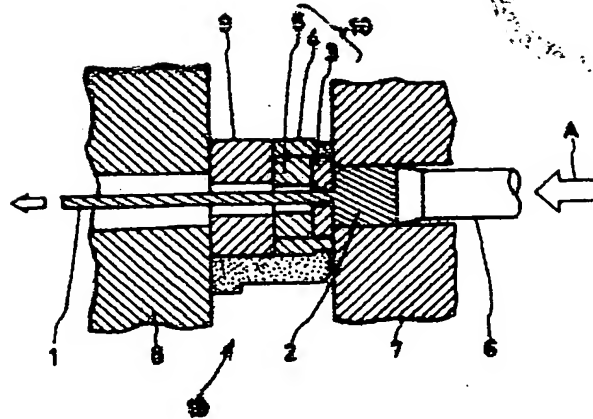
【図6】



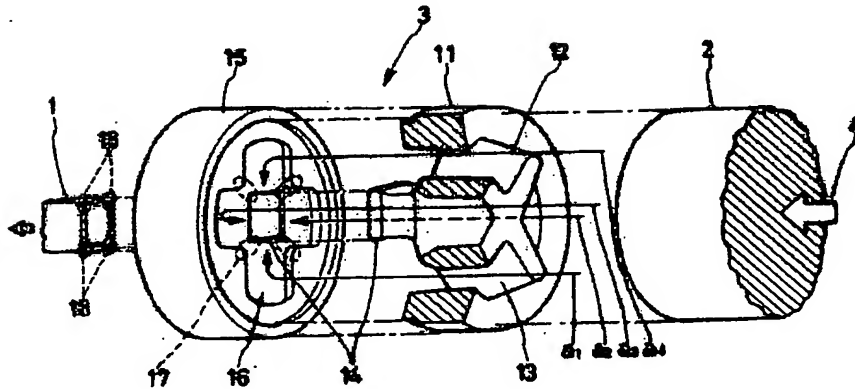
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 栄 輝  
 神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会  
 社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

Fターム(参考) 4E029 AA06 MB02 TA02  
 4E087 CA22 HB02